

Efficacité et rentabilité de la protection phytosanitaire vulgarisée en culture cotonnière au Burkina Faso

S. Nibouche, E. Gozé

S. Nibouche, entomologiste CIRAD-CA, INERA, BP 208, Bobo-Dioulasso, Burkina Faso

E. Gozé, biométricien CIRAD-CA, BP 5035, 34032 Montpellier Cedex 01, France

Résumé

De 1981 à 1991, un réseau de parcelles à trois niveaux de protection phytosanitaire, a été implanté sur la zone cotonnière du Burkina Faso. Les pertes de récolte dues au parasitisme en l'absence de protection insecticide ont atteint en moyenne 739 kg/ha de coton graine, soit 42,9 pour cent du potentiel de production. Cette intensité de parasitisme se situe à un niveau intermédiaire parmi les valeurs observées en Afrique de l'Ouest et du centre. Les pertes de récoltes, non corrélées à la date de semis, ont montré une forte variabilité interannuelle sur un même lieu. Aucune différence nette n'a été observée en moyenne entre les

différentes localités. Le gain moyen de production permis par le programme de protection insecticide recommandé est de 595 kg/ha ; il est positivement corrélé au potentiel de production et à l'intensité du parasitisme. Les performances économiques de cette protection vulgarisée chez les paysans, bonnes jusqu'en 1985, se sont depuis dégradées du fait d'un contexte économique défavorable. Actuellement le programme recommandé est peu attractif pour le paysan dans les situations de parasitisme faible ou de potentiel de production médiocre.

MOTS-CLES : cotonnier, parasitisme, pertes de récolte, protection insecticide, rentabilité, Burkina Faso.

Introduction

Importante source de revenu monétaire pour les paysans et de devises pour le pays, la culture cotonnière occupe une place de choix dans l'économie du Burkina Faso. Cinquante sept pour cent des 120 000 exploitations agricoles dénombrées dans la zone cotonnière par SCHWARTZ (1991) sont productrices de coton et ont vendu 167 155 tonnes de coton-graine à la SOFITEX (Société burkinabé des fibres textiles) durant la campagne agricole 1991-92.

Recensés par OUATTARA *et al.* (1976) et par NIBOUCHE (1992b), de nombreux prédateurs s'attaquent au cotonnier au Burkina Faso. Pour l'obtention de rendements convenables, des insecticides doivent être

utilisés contre ces ravageurs. Le coût de cette protection représente pour le paysan une charge dont l'importance s'est récemment accrue. En effet, les subventions accordées pour les intrants ont été supprimées et le prix d'achat du coton graine a chuté, sous l'effet de la crise que traverse actuellement le marché international du coton.

Dans le double but de quantifier les pertes de récolte imputables au parasitisme et d'évaluer les performances techniques et économiques de la protection phytosanitaire vulgarisée, un réseau de parcelles d'observation a été implanté de 1981 à 1991, sur l'ensemble de la zone cotonnière du pays. Nous présentons ici une analyse des résultats obtenus.

Matériel et méthodes

Dispositif utilisé

De 1981 à 1991, un réseau de parcelles d'observation à 3 niveaux de protection phytosanitaire a été mis en place sur 14 localités de la zone cotonnière burkinabé (fig. 1). Les implantations ont été choisies sur des stations de

recherche, des points d'appui des CRPA (Centres régionaux de promotion agropastorale) ou sur des champs de paysans.

Les données utilisées proviennent des rapports d'activité du CIRAD-IRCT et de l'INERA-programme coton :

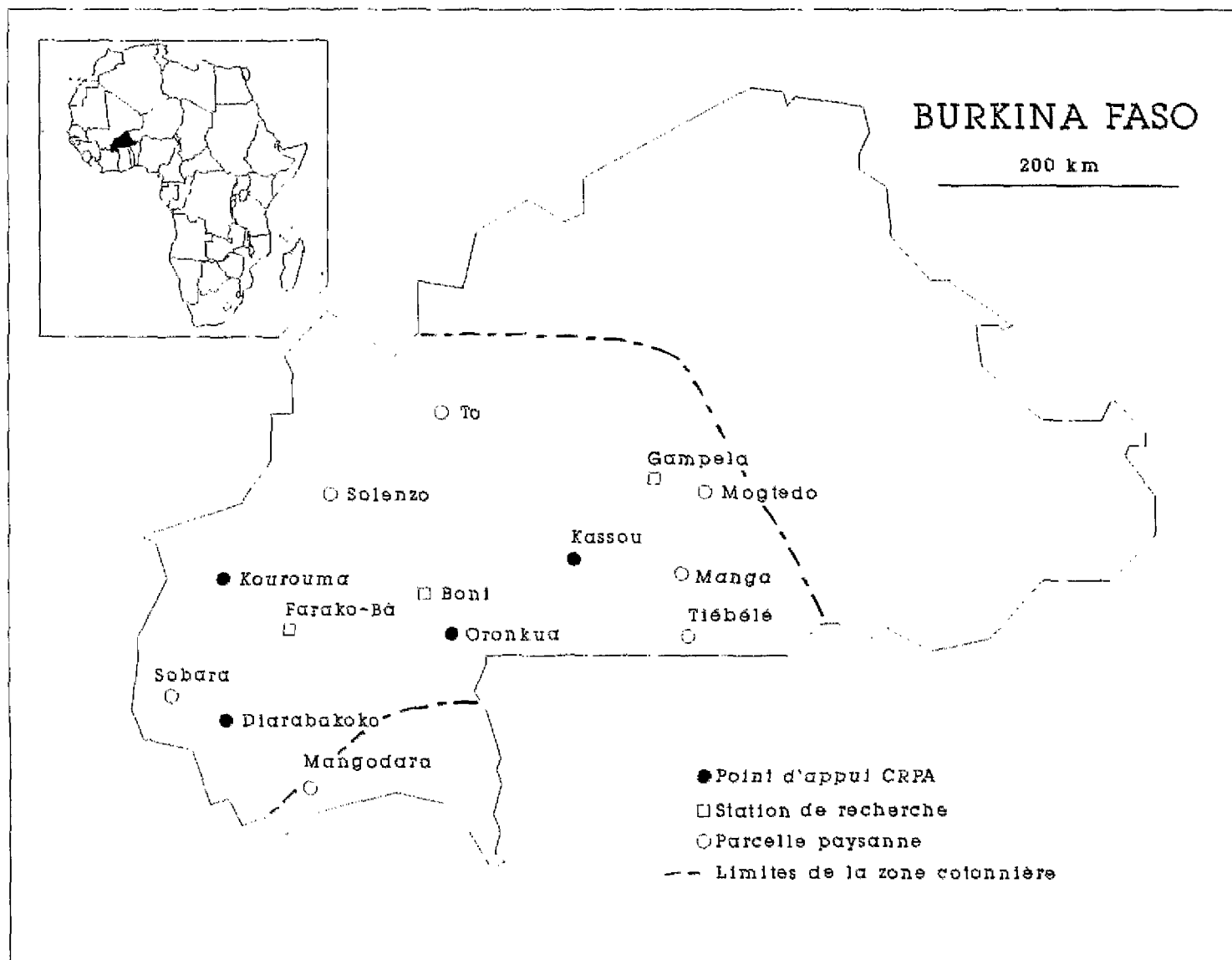


Figure 1
 Implantation du réseau de parcelles d'observation à 3 niveaux de protection phytosanitaire.
Sites in the network of observation plots with three levels of phytosanitary protection.

Pertes de production en l'absence de protection phytosanitaire

Valeurs observées

Les pertes moyennes observées sont les suivantes (intervalles de confiance à 95 %) :

- pertes relatives = $42,9 \pm 6,0$ %
- pertes absolues = 739 ± 130 kg/ha

Influence de la date de semis

Les coefficients de corrélation pour les deux couples de variables, date de semis-pertes relatives et date de semis-pertes absolues, sont respectivement de 0,2265 et de 0,0474.

Ces deux coefficients ne sont pas significatifs au seuil de 5 %.

Influence de l'année et de la localité

Le tableau 1 et la figure 2 récapitulent la moyenne des pertes relatives de production ainsi que leur variabilité, de 1985 à 1991, pour les 7 localités où au moins cinq essais ont fourni des résultats exploitables.

L'écart entre localités apparaît faible : les pertes moyennes minimales sont observées à Boni avec 38,3 % ; la valeur maximale est celle de Oronkua avec 54,2 %.

Pour une localité donnée, la variabilité inter-annuelle est importante : les coefficients de variation s'échelonnent entre 22 et 81 %.

La figure 3, qui présente l'évolution des pertes relatives sur 10 ans à Boni, illustre encore mieux les fortes variations inter-annuelles de l'intensité du parasitisme.

Estimation des pertes relatives à partir des résultats des analyses sanitaires des capsules mûres

Dans le but de simplifier le dispositif expérimental utilisé, il nous a paru intéressant d'estimer l'intensité du parasitisme à partir des seules données de l'état sanitaire des capsules mûres sur la parcelle NT.

A cet effet, une régression multiple a été calculée entre la variable PERREL et les variables CPI et CTR. Cette régression apparaît significative, mais CTR est la seule variable à posséder une influence individuelle significative (au seuil 5 %). L'élimination de CPI conduit au modèle du tableau 2. La figure 4 présente les zones de confiance à 5 % d'une estimation individuelle des pertes relatives obtenues avec le modèle. On peut aisément constater que ce modèle ne permet pas d'estimer avec suffisamment de précision les pertes relatives de production à partir du seul taux de capsules mûres percées sur la parcelle non traitée.

Il n'apparaît donc pas possible d'envisager un allègement du dispositif expérimental en le réduisant à la simple analyse sanitaire des capsules mûres sur une parcelle non traitée.

Efficacité et rentabilité de la protection vulgarisée

En moyenne, la protection vulgarisée assure $92,4 \pm 5,4$ % de la production potentielle. Le gain moyen est de 595 kg/ha. Le coefficient de corrélation entre le gain et la date de semis est de 0,061, celui entre le gain et le potentiel de production est de 0,433.

Alors qu'aucune relation n'apparaît avec la date de semis, le gain est donc significativement corrélé (au risque $\alpha = 5$ %) avec le potentiel de production. La figure 5 permet d'apprécier la relation entre les deux variables.

TABLEAU 1
Pertes moyennes relatives de production (PERREL) de 1985 à 1991 sur 7 localités.
Relative mean production losses (RELLOS or PERREL in French) from 1985 to 1991, at 7 sites.

Localité (n. d'essais)	Moyenne PERREL	Ecart-type observé	Coefficient de variation (%)	Intervalle de confiance (%)
Tiebelé/Manga (5)	39,7	26,27	66,2	$\pm 32,6$
Boni (9)	38,3	28,90	75,5	$\pm 22,2$
Keourouma (6)	47,2	11,22	23,8	$\pm 11,8$
Farako-Bâ (7)	47,4	14,30	30,2	$\pm 13,2$
Solenzo (6)	47,8	38,50	80,5	$\pm 40,4$
Oronkua (6)	54,2	11,70	21,6	$\pm 12,3$
Gampela (6)	45,2	20,79	46,0	$\pm 21,8$

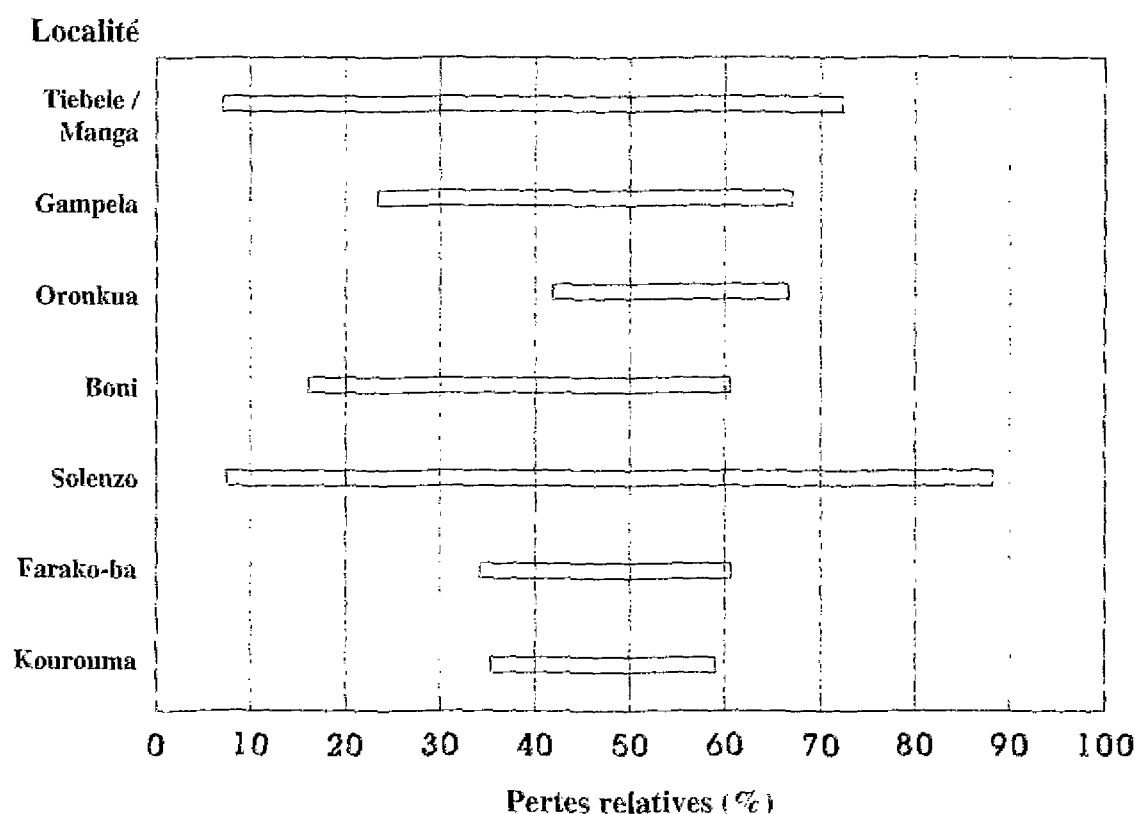


Figure 2

Valeurs supérieures et inférieures de l'intervalle de confiance (à 95 %) de la moyenne des pertes relatives pour 7 localités.

Values above and below the confidence interval (at 95 %) of mean relative losses for 7 sites.

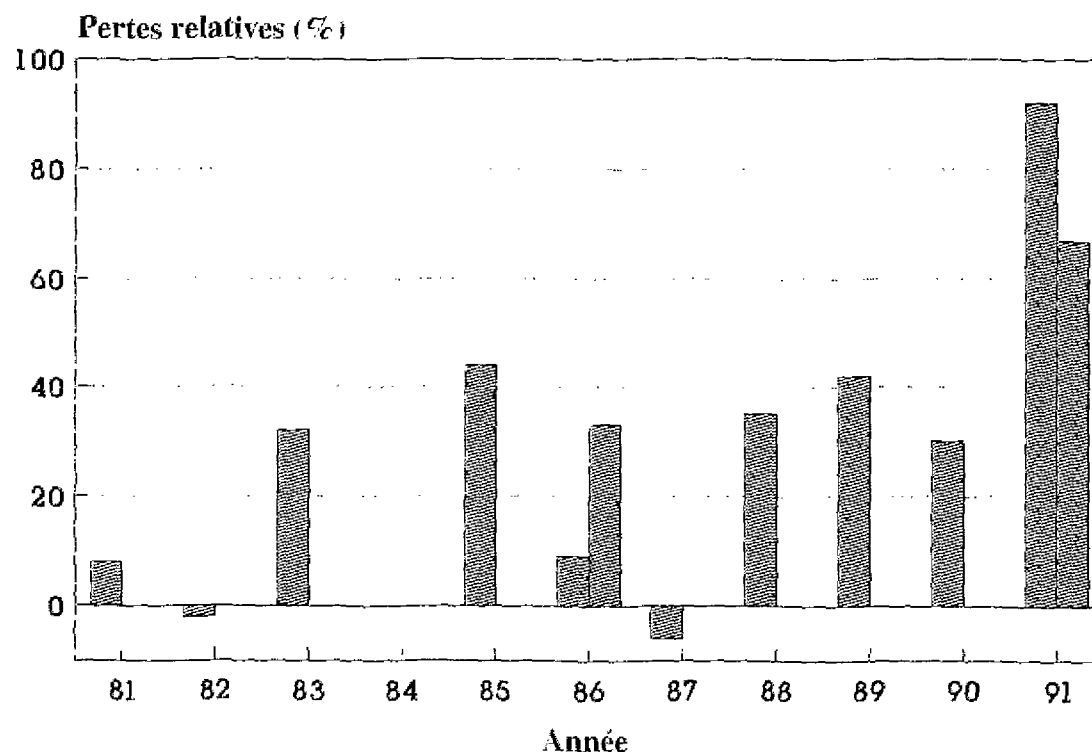


Figure 3

Evolution annuelle des pertes relatives de production à Boni (en 1986 et 1991, 2 essais ont été implantés).

Annual trends for relative production losses at Boni (in 1986 and 1991, two trials were set up).

TABLEAU 2

Etude de la régression linéaire des pertes relatives PERREL (en pourcentage) en fonction du taux de capsules mûres trouées sur les cotonniers non traités (en pourcentage).
Study of the linear regression of relative losses, RELLOS (or PERREL in French) (percentage) depending on the proportion of pierced ripe bolls on non-treated cotton plants (percentage).

Variable	Moyenne	Ecart-Type	Minimum	Maximum
Pertes relatives (PERREL) (%)	50.6	22.0	9.9	97.0
Capsules trouées (CTR) (%)	17.9	14.5	1.0	78.0
Nombre d'observations : 45	$r^2 = 0.45^{**}$	ETR = 16.5	$PERREL_{est} = 1.02.CTR + 32.33$	
PERREL _{est} , estimation de PERREL		PERREL _{est} , estimate of PERREL		
** Significatif au seuil de 1 %		** Significant at 1% threshold		
ETR, écart type résiduel de la régression.		RSD (or ETR in French), residual standard deviation of the regression		

Discussion

Pertes de récolte

La moyenne des pertes relatives de production en l'absence de protection phytosanitaire s'établit à 42,9 % du potentiel de production, durant la période 1981 à 1991, sur un total de 65 essais.

Des travaux réalisés selon une méthodologie similaire à la nôtre, dans différentes zones cotonnières de l'Afrique de l'Ouest et du centre, fournissent des éléments de comparaison.

Des valeurs du même ordre ont été obtenues au Mali de 1969 à 1981, par CADOU (1982), et dans le centre du Bénin durant la période 1968-72, par JOLY (1980). Les pertes relatives moyennes dans ces différentes zones s'élèvent respectivement à 36 et 46 %.

D'autres régions semblent présenter des pertes plus faibles, comme le nord de la Côte-d'Ivoire de 1978 à 1983 (VAISSAYRE *et al.*, 1984) ou le nord et le sud du Bénin (JOLY, 1980), où les moyennes observées sont respectivement de 31, 25 et 28 %.

En revanche, le Centrafrique avec 51 % de pertes moyennes (CAUQUIL et VINCENS, 1982) et le centre de la Côte-d'Ivoire avec 53 à 89 % (VAISSAYRE *et al.*, 1984) présentent des valeurs supérieures à celles que nous avons obtenues.

Au Burkina Faso, les pertes relatives de production dues au parasitisme en l'absence de protection insecticide apparaissent donc modérées. Elles se classent à un niveau intermédiaire, parmi les valeurs observées dans les zones cotonnières d'autres pays d'Afrique de l'Ouest et du centre.

La date de semis n'exerce pas d'influence significative sur le niveau des pertes absolues ou relatives.

Les résultats de CADOU (1982) au Mali, montrent l'absence de relation entre les pertes absolues et la date de semis.

En Côte-d'Ivoire, OCHOU et VAISSAYRE (1989) précisent que les dates de semis dans le nord du pays sont trop peu étalées dans le temps pour que l'on puisse discerner leur effet. Dans le centre, par contre, l'étalement de la saison des pluies permet un espacement des dates de semis ; l'on observe, alors, un effet sur les niveaux de population des principaux ravageurs et sur l'intensité du parasitisme.

En moyenne, les pertes relatives de production apparaissent assez similaires d'une localité à l'autre, l'intensité moyenne du parasitisme est donc homogène sur l'ensemble de la zone cotonnière. Aucun gradient spatial, tel celui est-ouest mis en évidence en Côte-d'Ivoire par OCHOU et VAISSAYRE (1989), n'est observé.

Sur une même localité, les pertes dues au parasitisme sont fortement variables d'une année à l'autre. On observe par exemple sur Boni des extrêmes de -6 % en 1987 et 97 % en 1991.

Performances technique et économique de la protection phytosanitaire

Nous avons vu que le programme vulgarisé permettait en moyenne d'obtenir une production atteignant 92,4 % du potentiel. Sur le plan technique, ce programme présente donc une excellente efficacité.

Le coût du programme de protection vulgarisé a été calculé sur la base de 15 litres d'insecticide à l'hectare (5 traitements à 3 l/ha). Nous n'avons pas pris en compte le coût des piles, ni la rémunération du temps de travail nécessaire aux traitements.

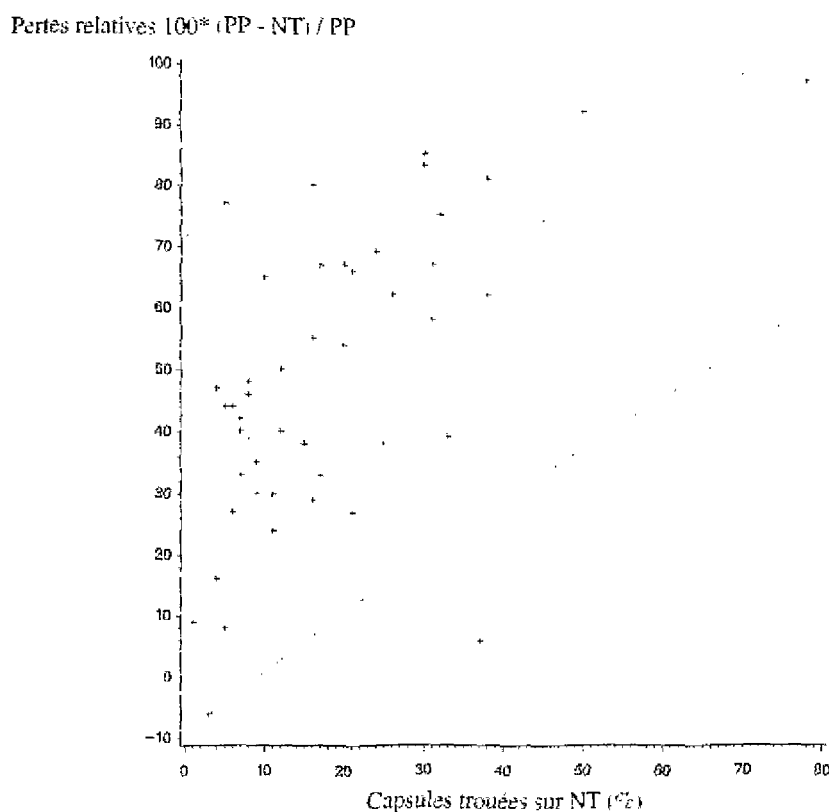


Figure 4
Régression des pertes relatives sur le taux de capsules trouées. Intervalle de confiance d'une prédiction (niveau 95 %).
Regression of relative losses over the proportion of pierced bolls. Confidence interval of a prediction (95% level).

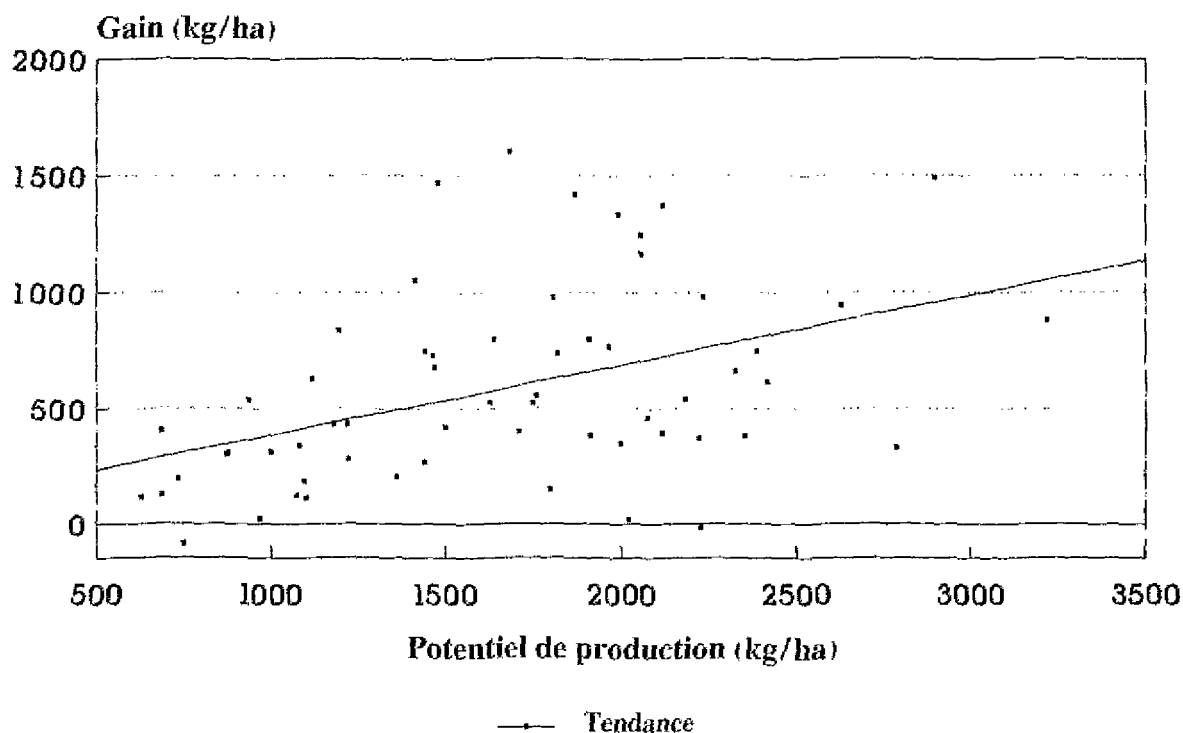


Figure 5
Relation entre le gain et le potentiel de production.
Relationship between production gains and potential.

Nous avons fait intervenir dans les calculs le taux marginal de rentabilité, suivant la démarche employée en Côte-d'Ivoire par BOSCH (1988) pour l'analyse économique de la fertilisation en culture cotonnière.

Le taux marginal de rentabilité du programme insecticide vulgarisé par rapport à l'absence de traitement est le rapport entre la contrepartie monétaire du gain (G) et le coût de la protection.

BOSCH (1988), considère le taux de 40 % comme le minimum rendant la pratique attractive pour le paysan. Autrement dit, le paysan n'investira 100 FCFA dans la protection insecticide que s'il récupère au moins 40 FCFA une fois les frais payés. Le gain de récolte devra ainsi être équivalent à 140 FCFA au moins.

Le programme vulgarisé sera considéré rentable si le gain obtenu est supérieur au coût. Il sera attractif pour le paysan, si le gain est supérieur de 40 % au coût.

Contrairement aux résultats obtenus au Tchad par SILVIE et GOZÉ (1991), nous n'avons pas observé d'influence significative de la date du semis sur le gain (PV-NT). Par contre, nous avons montré que le gain était significativement corrélé au potentiel de production.

La figure 6 indique ainsi, pour les 65 essais, les cas de non-rentabilité ou de non-attractivité en regard du potentiel de production et des pertes relatives observées.

Le calcul est réalisé sur la base des prix de la campagne 1992 (coton graine à 85 FCFA/kg et insecticide à 1600 FCFA/l). Dans ces conditions, le programme vulgarisé est rentable dans 81,5 % des essais et attractif dans 61,5 % des cas.

Les effets du potentiel de production et du niveau de pression parasitaire, nettement visibles sur la figure 6, sont repris dans le tableau 3.

Il apparaît que le programme vulgarisé est peu attractif pour le paysan dans les conditions de culture à potentiel de production médiocre, ou dans les cas de faible pression parasitaire.

Ainsi, il est aisé de comprendre le décalage des pratiques paysannes par rapport aux recommandations des services de vulgarisation, déjà signalé par TOÉ (1986) et NIBOUCHE (1989).

L'enquête menée sur 3379 exploitations agricoles de la zone cotonnière par LENDRES (1991) a confirmé l'importance des dérives, surtout motivées par un souci d'allègement des charges de protection phytosanitaire. Les manifestations principales de ces dérives sont le sous-dosage des insecticides et la réduction du nombre de traitements, lorsque la pression parasitaire le permet.

Evolution des performances économiques de la protection insecticide vulgarisée

L'analyse de l'évolution des performances économiques de la protection vulgarisée a été réalisée en prenant en compte les prix de cession des insecticides au paysan.

Jusqu'en 1988, ces prix ont été calculés par une moyenne entre les prix des formulations en émulsions concentrées (EC) et en ultra bas volume (UL), pondérée par les quantités mises en place (données SOFITEX). A partir de 1989, seul le prix des formulations UL a été pris en compte, les EC étant devenues très minoritaires.

Jusqu'en 1990, ces insecticides ont été achetés sur le marché international par la SOFITEX sur appel d'offre. A partir de 1991, une usine locale de formulation a fourni les trois quarts des insecticides, le quart restant étant toujours acheté sur appel d'offre. Nous avons ainsi calculé, à titre de comparaison, pour les campagnes 1992 et 1993, le prix de cession de l'insecticide dans l'hypothèse d'un approvisionnement intégral sur le marché international. Cette valeur, calculée à partir de la moyenne des cinq prix les plus faibles proposés par les fournisseurs lors des appels d'offre (données SOFITEX), intègre les coûts de distribution et de crédit au paysan, selon la démarche employée par FAURE *et al.* (1992). Ce calcul ne prend pas en compte les coûts financiers occasionnés par les reports de stocks d'insecticides d'une campagne sur la suivante.

La figure 7 fournit l'évolution des prix de cession des insecticides au paysan et du prix d'achat du coton graine.

De 1984 à 1988, on observe une augmentation du prix de cession de l'insecticide sous l'effet de la suppression des subventions. A partir de 1991, le prix des insecticides diminue sur le marché international. Toutefois, les coûts de fabrication plus élevés de l'usine locale, ajoutés aux frais financiers dus à d'importants reports de stocks (données saphyto) n'ont pas permis de répercuter cette baisse au niveau du paysan. En l'absence de données, nous avons fait l'hypothèse pour 1993 d'un maintien du prix de cession au niveau 1992.

Parallèlement, le prix d'achat du coton graine a subi en 1992 une chute de 10 FCFA, passant à 85 FCFA/kg. En 1993, le prix sera de 80 FCFA/kg.

La figure 8 présente les répercussions de cette évolution sur les performances économiques du programme de protection recommandé, en conditions de pression parasitaire moyenne. Il apparaît une nette détérioration de la situation depuis 1984. De 1984 où la rentabilité et l'attractivité de la protection vulgarisée étaient assurées dans plus de 90 % des cas, on passe en 1993 à une situation où la protection n'est rentable que dans 79 % des cas, et le gain attractif dans 59 % des cas seulement.

TABLEAU 3

Influence du potentiel de production et de la pression parasitaire sur l'attractivité du programme vulgarisé PV. La valeur limite du potentiel a été fixée arbitrairement à 1,2 t/ha, celle des pertes relatives correspond à la valeur moyenne.

Impact of production potential and parasite pressure on the attractiveness of the recommended programme (PV). The extreme value for potential was fixed arbitrarily at 1.2 t/ha, and that for relative losses corresponds to the mean value.

Variable	Essais où le PV est attractif (%)
Potentiel de production	
≤ 1,2 t/ha	27,8
> 1,2 t/ha	74,5
Pertes relatives	
≤ 42,9 %	41,7
> 42,9 %	81,7

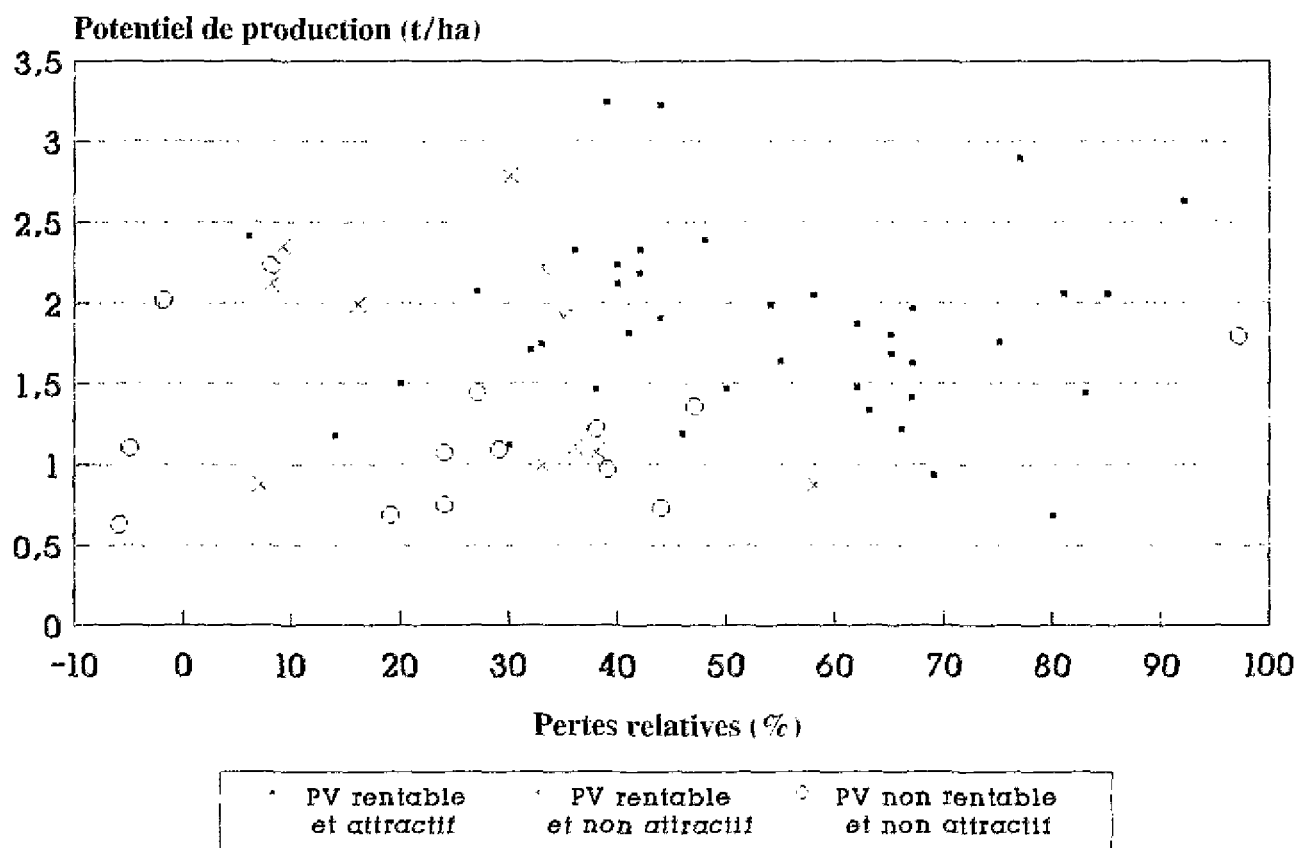
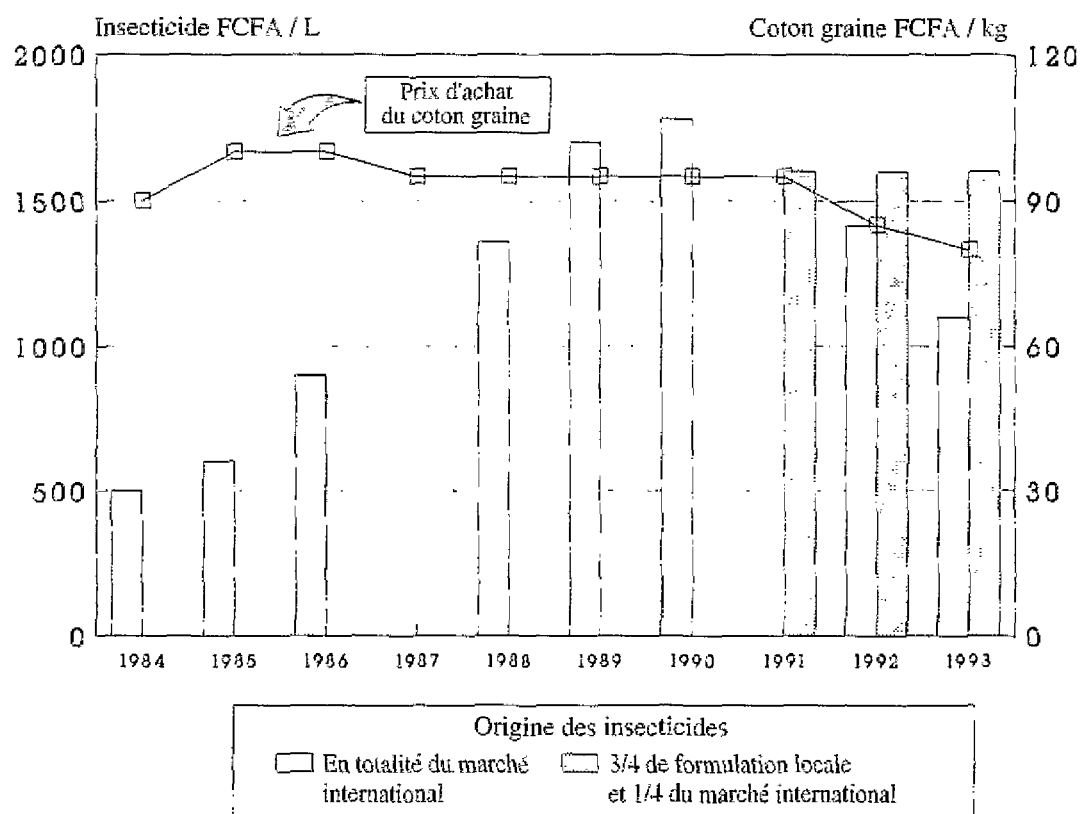


Figure 6

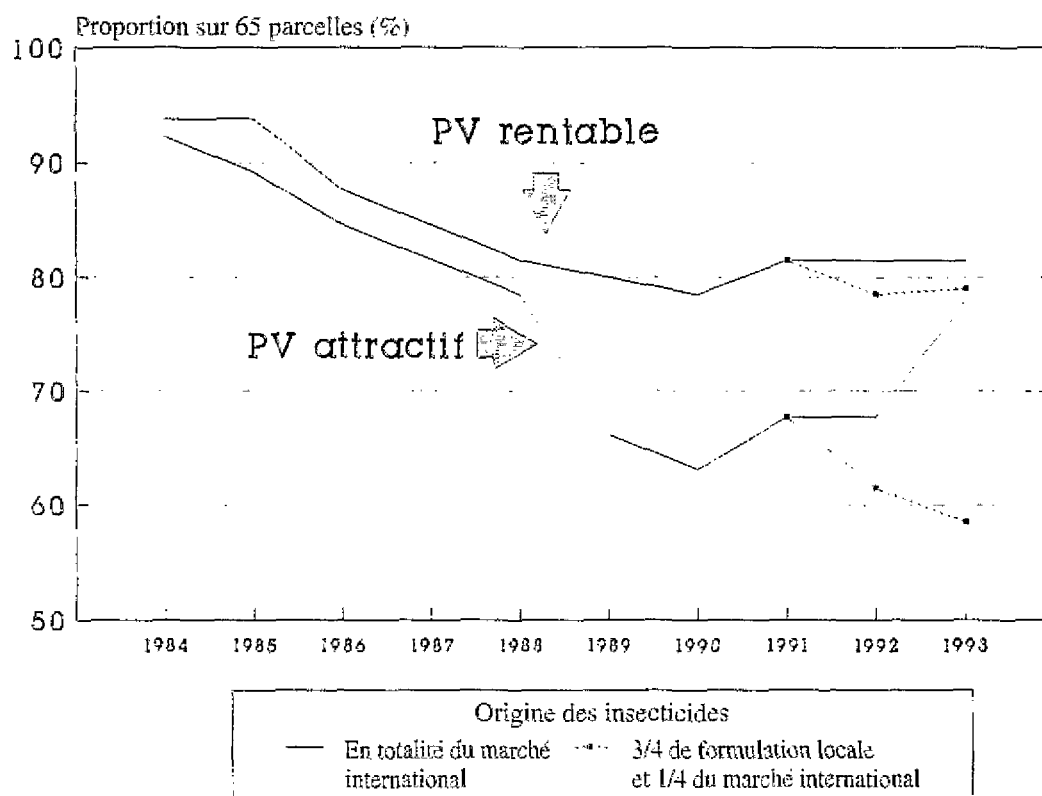
Rentabilité et attractivité du programme insecticide vulgarisé (PV), sur 65 essais à 3 niveaux, en fonction du potentiel de production et des pertes relatives.

Cost-effectiveness and attractiveness of the recommended insecticide programme (PV), on 65 3-Level trials, depending on the production potential and relative losses.

**Figure 7**

Evolution du prix d'achat du coton graine et du prix de cession des insecticides au paysan.

Trends in seed cotton prices and insecticide selling prices to the farmer.

**Figure 8**

Evolution des proportions de parcelles à 3 niveaux où le programme insecticide vulgarisé (PV) est rentable ou attractif pour le paysan.

Trend for the number of 3-level plots in which the recommended insecticide programme (PV) is cost-effective or attractive to farmers.

Les raisons de cette dégradation sont à rechercher d'abord dans l'augmentation du prix des insecticides, du fait de la disparition des subventions. Dans un second temps, la chute du prix d'achat du coton graine a contribué à accentuer le phénomène.

Il faut toutefois souligner que la chute actuelle du prix des insecticides sur le marché international aurait pu

permettre une nette amélioration de la situation. En 1993, la protection vulgarisée serait ainsi attractive dans 79 % des cas dans l'hypothèse d'un approvisionnement de la SOFITEX aux prix du marché international, tandis qu'elle ne le sera que dans 59 % des cas si les prix de cession pratiqués en 1992 sont maintenus.

Conclusion

Le programme de protection insecticide vulgarisé au Burkina Faso permet de contrôler efficacement le parasitisme relativement modéré qui sévit dans ce pays.

Vulgarisé dans un contexte favorable, ce programme a réalisé, au niveau du paysan, d'excellentes performances économiques jusque dans les années 1985. La diminution, puis la suppression de la subvention du prix de cession des insecticides, suivies de la baisse du prix d'achat du coton graine ont, par la suite, fortement mis à mal son attractivité pour le paysan.

Cette situation se traduit actuellement par un important écart entre les recommandations en matière de protection

insecticide et les pratiques des paysans. Ceux-ci tendent à adapter à la pression parasitaire les nombres de traitements et les doses d'insecticide employées.

Partiellement basée sur un système de traitements sur seuil de nuisibilité, la technique de protection en lutte étagée ciblée procède de la même démarche et peut permettre des économies de 55 % sur les charges de protection insecticide (EKUKOLE, 1992).

Les premiers essais menés avec cette technique en milieu paysan au Burkina Faso, en 1991 et 1992, sont prometteurs. La lutte étagée ciblée pourrait donc permettre d'apporter une solution valable à la situation actuelle.

Remerciements

Cette synthèse a été réalisée à partir de résultats obtenus par plusieurs chercheurs du programme coton de l'INERA et du CIRAD-CA. Les auteurs tiennent à remer-

cier tout particulièrement Adama M. TOE, dont les travaux de recherche ont contribué à l'obtention d'une grande partie des résultats présentés ici.

Références bibliographiques

- BERGER M., 1984. - Rapport d'activité de la section phytosanitaire, campagne 1983. *IVRAZ/CIRAD-IRCT, Bobo-Dioulasso, Burkina Faso*, (doc. non publié), 33 p.
- BERGER M., HIEN V., 1982 et 1983. - Rapports d'activité de la section phytosanitaire, campagnes 1981 et 1982. *IVRAZ/CIRAD-IRCT, Bobo-Dioulasso, Burkina Faso*, (doc. non publiés).
- BOSC P.M., 1988. - L'analyse économique CIMMYT appliquée à une expérimentation fertilisation sur cotonnier en R.C.I. Les hypothèses implicites de la démarche. *IDESSA, Bouaké, Côte-d'Ivoire*, (doc. non publié), 29 p.
- CADOU J., 1982. - Niveau de protection phytosanitaire et rendement en culture cotonnière pluviale au Mali. *Coton Fibres Trop.*, 37, 4, 317-324.
- CAUQUIL J., VINCENS P., 1982. - Maladies et ravageurs du cotonnier en Centrafrique. Expression des dégâts et moyens de lutte. *CIRAD-IRCT, Paris, France*, 32 p.
- EKUKOLE G., 1992. - Synthèse des résultats d'Afrique Centrale. *Revue scientifique du Tchad*, 2, 1-2, 20-25.
- FAURE G., SOMÉ L.-H., TRAORÉ B., 1992. - Conditions pour une privatisation progressive de la distribution des engrais dans la zone cotonnière du Burkina Faso. Communication 5e AFTMIN. *CIRAD, Bobo Dioulasso, Burkina Faso*, (doc. non publié), 18 p.
- GIRARDOT B., KAMBIRE J.-B., SAMAKÉ S., TOE A., 1988. - Rapport d'activité de la section phytosanitaire, campagne 1987. *INERA, Bobo-Dioulasso, Burkina Faso*, (doc. non publié), 61 p.
- HIEN V., 1981. - Rapport d'activité de la section phytosanitaire, campagne 1980. *IVRAZ-CIRAD-IRCT, Bobo Dioulasso, Burkina Faso* (doc. non publié).
- JOLY A., 1980. - Synthèse de cinq années d'expérimentation combinée «traitements et fumures» sur cotonnier au Bénin. *Coton Fibres Trop.*, 35, 4, 385-399.

- LENDRES P., 1991. - Pratiques paysannes et utilisation des intrants en culture cotonnière au Burkina Faso. *Mémoire DIAT, CNEARC, Montpellier, France*, (doc. non publié), 82 p.
- NIBOUCHE S., 1989. - Protection phytosanitaire du cotonnier au Burkina Faso. In: Actes de la 1ère conférence de la recherche cotonnière africaine, tome II, Lomé, Togo, p. 137-145. *CIRAD-IRCT, Paris, France*.
- NIBOUCHE S., 1990, 1991 et 1992a. - Rapports d'activité de la section phytosanitaire, campagnes 1989, 1990 et 1991. *INERA, Bobo-Dioulasso, Burkina Faso*, (doc. non publiés), 21 p.
- NIBOUCHE S., 1992b. - Acariens, diplopodes et insectes phytophages associés à la culture cotonnière au Burkina Faso. *Coton Fibres Trop.*, 47, 4, 305-311.
- NIBOUCHE S., TOÉ A., 1989. - Rapport d'activité de la section phytosanitaire, campagne 1988. *INERA, Bobo-Dioulasso, Burkina Faso*, (doc. non publiés), 29 p.
- OCHOU G., VAISSAYRE M., 1989. - Une stratégie nouvelle pour la protection phytosanitaire du cotonnier en Côte-d'Ivoire : perspectives et limites des applications de pesticides sur «seuil d'intervention». In: Actes de la 1ère conférence de la recherche cotonnière africaine, tome II, Lomé, Togo, p. 385-397. *CIRAD-IRCT, Paris, France*.
- OUATTARA S., JOLIVET P., VAN PARYS E., 1976. - Liste des insectes et plantes-hôtes en Haute-Volta et dans les régions limitrophes. Projet de renforcement de la protection des végétaux en Haute-Volta. *Food and Agriculture Organisation, Bobo-Dioulasso, Burkina Faso*, (doc. non publié), 93 p.
- SCHWARTZ A., 1991. - L'exploitation cotonnière de l'aire cotonnière burkinabé : caractéristiques sociologiques, démographiques, économiques. *ORSTOM, Ouagadougou, Burkina Faso*, (doc. non publié), 88 p.
- SILVIE P., GOZÉ E., 1991. - Estimation des pertes de production dues aux ravageurs du cotonnier au Tchad. *Coton Fibres Trop.*, 46, 1, 1-15.
- TOÉ A., 1986 et 1987. - Rapport d'activité de la section phytosanitaire, campagnes 1985 et 1986. *INERA, Bobo-Dioulasso, Burkina Faso*, (doc. non publié), 54 p.
- VAISSAYRE M., SÉMENT G., TRIJAU J.-P., 1984. - Aspects phytosanitaires de la culture cotonnière en Côte-d'Ivoire, d'après le réseau d'essais à trois niveaux de protection. *Coton Fibres Trop.*, 39, 2, 1-7.

Efficacy and cost-effectiveness of the phytosanitary protection methods extended on cotton growing in Burkina Faso

S. Nibouche, E. Gozé

Abstract

From 1981 to 1991, a network of plots with three phytosanitary protection levels was set up in the cotton-growing zone in Burkina Faso. Without insecticide protection, harvest losses due to parasitism reached an average of 739 kg of seed cotton per hectare, or 42.9% of the production potential. This level of parasitism is around average for West and central Africa. Harvest losses, which were not correlated to sowing date, varied greatly from year to year at the same site, but in general, no marked difference was observed between the different locations. The

average yield gain obtained with the recommended insecticide programme was 595 kg/ha; this gain was positively correlated to production potential and the level of parasitism. The economic performance of this protection extended to farmers was good until 1985, but has since decreased with the unfavourable economic context. The recommended programme is currently unattractive to farmers in areas with low parasite intensity or mediocre production potential.

KEYWORDS: cotton plant, parasitism, harvest losses, insecticide protection, cost-effectiveness, Burkina Faso.

Introduction

Cotton is a major source of farmer income and of foreign currency for the country as a whole, and occupies a prime position in Burkina Faso's economy. Fifty-seven percent of the 120,000 farms recorded in the cotton-growing zone by SCHWARTZ (1991) produced cotton and sold 167,155 tonnes of seed cotton to SOFITEX (Société burkinabé des fibres textiles) during the 1991-1992 agricultural season.

OUTTARA *et al.* (1976) and NIBOUCHE (1992b) recorded numerous pests on cotton in Burkina Faso. If satisfactory yields are to be obtained, insecticides have to be used against these pests. The cost of such protection is

a burden for the farmer that has recently increased. The subsidies granted on inputs have been abolished and seed cotton prices have slumped due to the crisis currently affecting the international cotton market.

With the dual aim of quantifying harvest losses attributable to parasitism and of assessing the technical and economic performances of the extended phytosanitary protection programme, a network of observation plots was set up between 1981 and 1991 throughout the cotton-growing zone in the country. The results are analyzed below.

Material and methods

Structure used

From 1981 to 1991, a network of observation plots with three levels of phytosanitary protection was set up at 14 locations in the cotton-growing zone in Burkina Faso (fig. 1). The trial sites were chosen at research stations, CRPA (regional agro-pastoral promotion centre) support stations or on smallholdings.

The data used were taken from activities reports by CIRAD-IRCT and the INERA cotton programme: HIEN, 1981; BERGER and HIEN, 1982, 1983 and 1984; TOÉ, 1986 and 1987; GIRARDOT *et al.*, 1988; NIBOUCHE and TOÉ, 1989; NIBOUCHE, 1990, 1991 and 1992a. Data from 65 trials were processed.

The approach used was that taken by JOLY (1980), CADOU (1982), CAUQUIL and VINCENS (1982), VAISSAYRE *et al.* (1984) and SILVIE and GOZÉ (1991).

The principle consisted in comparing production from plots with the following three levels of insecticide protection:

NT : non-treated, no phytosanitary protection.

PV: protection programme recommended to smallholders, i.e. five insecticide treatments at fortnightly intervals, starting from the 45th-50th day after crop emergence.

PP: increased protection, i.e. 10 to 15 weekly insecticide treatments, starting from the 15th day after emergence. This option represents the crop potential in the absence of pests.

The experimental design used was non-statistical. Each protection level was replicated twice. The six elementary plots, with a unit area of 320 m² (i.e. 20 20-m rows) were set up in a row. The NT plots were placed at either end of

the row, with the PP plots in the centre. The trials were set up by researchers or CRPA agricultural supervisors.

The insecticides used were those recommended to smallholders during the season in question, i.e. pyrethroid-organophosphate pairings, with a low pyrethroid dose if associated with triazophos or profenofos and a higher dose if associated with dimethoate or omethoate.

The insecticides were used in emulsifiable concentrate form, applying 100 l of emulsion per ha with a hand-operated knapsack sprayer fitted with a back-mounted sprayer. This technique was chosen rather than the ULV (ultra low volume) technique which is currently used by smallholders, as it enables more accurate insecticide applications and reduces the problems of spray drift from one plot to neighbouring plots. The treatments were carried out by researchers, CRPA supervisors or the farmers themselves.

Observations carried out

The seed cotton harvested from five rows (80 m²) in each plot was weighed.

The following variables were then calculated:

- yields (kg/ha) for each of the three protection levels, NT, PV and PP;

- absolute harvest losses, ABSLOS (kg/ha) = PP - NT, which represent the harvest losses due to parasitism;

- relative harvest losses, RELLOS (%) = $100 \times \frac{PP - NT}{PP}$,

which makes it possible to assess the intensity of parasite pressure;

- the yield gain obtained with the recommended protection: G (kg/ha) = PV - NT;

- the efficacy of the recommended protection:

$$EFF (\%) = 100 \times \frac{PV}{PP}$$

The systematic layout of the plots (PP in the centre, NT on the ends) enabled a more accurate estimate of the production potential with sub-total protection and the extent of pest damage. However, estimates of the yield gain (G) and efficacy (EFF) were biased by this aspect, which is in any event inevitable in any design of a reasonable size.

From 1985 onwards (i.e. in 45 trials), ripe bolls were harvested from two rows per elementary plot and their phytosanitary condition was examined.

The following variables were then defined:

- PC (percent): proportion of ripe bolls with signs of boll worm attacks (pierced carpels).
- SC (percent): proportion of ripe bolls with signs of heteropteran attacks (at least one cell of yellow cotton and signs of stings on the endocarp).

In the analyses described below, for all the above variables and for each trial, the mean of the values for the two replicates was used.

Results

Production levels observed

The data for 65 trials were processed. Of the 65 trials, four had higher production under NT than under PP, but the differences were small (relative losses $\geq -5.9\%$).

In three cases, the yields under NT were higher than those under PV, and in 21 cases, PV yields were higher than PP yields.

The mean yields obtained were as follows:

NT = 944 ± 135 kg/ha

PV = $1,539 \pm 157$ kg/ha

PP = $1,683 \pm 154$ kg/ha

Production losses in the absence of phytosanitary protection

Values observed

The mean losses observed were as follows (95% confidence intervals):

Relative losses = $42.9 \pm 6.0\%$

Absolute losses = 739 ± 130 kg/ha

Effect of the sowing date

The coefficients of correlation for the two variable pairings, sowing date-relative losses and sowing date-absolute losses, were 0.2265 and 0.0474 respectively.

These two coefficients are not significant at the 5% threshold.

Effect of the year and the site

Table 1 and figure 2 give the mean relative production losses and their variability from 1985 to 1991 for the 7 sites where at least five trials produced usable results.

The difference between the sites seems small: the lowest mean losses were observed at Boni with 38.3%, with the highest losses at Oronkua (54.2%).

For a given site, inter-annual variability was high: the coefficients of variation ranged from 22 to 81%.

Figure 3, which shows the relative loss trends over 10 years at Boni, gives an even clearer picture of the inter-annual variations in parasitism intensity.

Estimate of relative losses based on the results of phytosanitary analyses on ripe bolls

With a view to simplifying the experimental structure used, we felt it would be worth estimating parasitism intensity based solely on the data resulting from an analysis of the phytosanitary condition of the ripe bolls in the non-treated plot NT.

To this end, a multiple regression was calculated between the RELLOS variable and the SC and PC variables. This regression seems to be significant, but PC is the only variable with a significant individual impact (at the 5% threshold). Eliminating SC leads to the model shown in table 2. Figure 4 shows the 5% confidence zones for an individual estimate of the relative losses obtained with the model. It is clear that the model does not enable a sufficiently accurate estimate of relative production losses based solely on the proportion of pierced ripe bolls in the non-treated plot.

It would therefore seem that the experimental structure cannot be lightened by reducing it to a simple analysis of ripe bolls in a non-treated plot.

Efficacy and cost-effectiveness of the recommended protection programme

On average, the recommended protection programme ensures $92.4 \pm 5.4\%$ of potential production. The average gain is 595 kg/ha. The coefficient of correlation between the gain and the sowing date is 0.061, and that between the gain and the production potential is 0.433.

Whereas there is no link with sowing date, the gain would therefore seem to be significantly correlated (at risk $\alpha = 5\%$) with production potential. Figure 5 shows the relationship between the two variables.

Discussion

Harvest losses

Mean relative production losses in the absence of phytosanitary protection were 42.9% of the production potential during the period 1981 to 1991, for a total of 65 trials.

Work carried out using similar methods to ours in different cotton-growing zones in West and central Africa provides elements for comparison.

Roughly the same values were obtained in Mali from 1969 to 1981 by CADOU (1982) and in central Benin from 1968 to 1972 by JOLY (1980). Mean relative losses in these different zones were 36 and 46% respectively.

Other regions seem to have lower loss levels, such as the northern Côte d'Ivoire from 1978 to 1983 (VAISSAYRE *et al.*, 1984) or northern and southern Benin (JOLY, 1980), where the means observed were 31, 25 and 28% respectively.

However, values for the Central African Republic, with 51% losses on average (CAUQUIL and VINCENS, 1982) and the central Côte d'Ivoire with 53 to 89% (VAISSAYRE *et al.*, 1984) were higher than those that we obtained.

In Burkina Faso, relative production losses due to parasitism in the absence of insecticide protection therefore seem to be moderate, in an intermediate position with respect to the values observed in cotton-growing zones in other countries in West and central Africa.

The sowing date does not have any significant effect on either absolute or relative loss levels.

The results obtained by CADOU (1982) in Mali showed that there was no relationship between absolute losses and sowing date.

In Côte d'Ivoire, OCHOU and VAISSAYRE (1989) pointed out that sowing dates in the North of the country are not sufficiently spread out in terms of time for their effect to be determined. In the centre of the country, on the other hand, the fact that the rainy season is more spread out means that sowing dates can be spaced further apart; in this case, there is seen to be an effect on main pest population levels, hence on parasitism intensity.

On average, relative production losses seem to be quite similar from one site to the next, and mean parasitism pressure is therefore uniform throughout the cotton-growing zone. No spatial gradient like the East-West one seen in Côte d'Ivoire by OCHOU and VAISSAYRE (1989) was observed.

At a given site, losses due to parasitism vary greatly from one year to the next. For example, at Boni, extremes of -6% in 1987 and 97% in 1991 were observed.

Technical and economic performance of phytosanitary protection

We have seen that the recommended programme makes it possible to obtain production levels of 92.4% of the production potential on average. On a technical level, this programme is therefore extremely effective.

The cost of the recommended protection programme was calculated on the basis of 15 litres of insecticide per hectare (5 treatments at 3 l/ha). We did not take the cost of batteries or of the man hours required for the treatments into consideration.

In our calculations, we also took account of the marginal cost-effectiveness rate, using the approach taken in Côte d'Ivoire by BOSCH (1988) for an economic analysis of fertilization in cotton-growing zones.

The marginal rate of cost-effectiveness of the recommended insecticide programme compared to the lack of treatments is the ratio of the monetary aspect of the gains (G) to the cost of protection.

BOSCH (1988) considers 40% as the minimum to make the practice attractive to farmers. In other words, farmers will only invest 100 CFA F in insecticide protection if they are sure of making at least 40 CFA F once all their costs have been covered. Harvest gains will therefore have to be at least 140 CFA F.

The recommended programme will be considered cost-effective if the gain obtained exceeds the cost. It will be attractive to farmers if the gain is 40% higher than the cost.

Contrary to the results obtained in Chad by SILVIE and GOZÉ (1991), we did not observe any significant effect of the sowing date on gains (PV-NT). However, we did demonstrate that the gain was significantly correlated to the production potential.

Figure 6 shows the cases of non-cost-effectiveness or non-attractiveness for the 65 trials with regard to the production potential and the relative losses observed.

The calculation was based on prices for the 1992 season (seed cotton at 85 CFA F/kg and insecticide at 1,600 CFA F/l). Under these conditions, the recommended programme was cost-effective in 81.5% of the trials and attractive in 61.5% of cases.

The effects of production potential and of the level of parasite pressure, which can clearly be seen in figure 6, are also shown in figure 3.

The recommended programme is seen to be fairly unattractive to farmers under growing conditions with a low production potential or in cases of low parasite pressure.

It is therefore easy to understand the gap between farmer practices and the recommendations of extension services, already pointed out by TOÉ (1986) and NIBOUCHE (1989). The survey by LENDRES (1991) of 3,379 farms in the cotton-growing zone confirmed the extent of this drift, essentially motivated by a concern to reduce the cost of phytosanitary protection. The main forms of drift are reducing the insecticide doses used and the number of treatments if parasite pressure allows it.

Performance trends for the recommended insecticide programme

The economic performance of the recommended protection programme was analyzed, taking account of the price farmers have to pay for insecticides.

Until 1988, this price was calculated as the mean of concentrated emulsion (CE) and ultra low volume (ULV) insecticides, weighted by the amounts used (data from SOFITEX). From 1989 onwards, only the price of ULV formulations was taken into account, as the CE form was by then largely in the minority.

Until 1990, these insecticides were purchased by SOFITEX on the international market after invitations to tender. From 1991 onwards, a local factory supplied three quarters of the insecticides, with the remaining quarter still bought after invitations to tender. As a comparison, for the 1992 and 1993 seasons, we therefore calculated the insecticide selling price based on the hypothesis of supplies coming solely from the international market. This value was calculated based on the mean of the five lowest prices quoted by suppliers submitting tenders (SOFITEX data), taking account of the costs of distribution and credit to the farmer, using the approach taken by FAURE *et al.* (1992).

Conclusion

The insecticide protection programme recommended in Burkina Faso enables effective control of the relatively moderate parasitism found in the country.

This programme was recommended under favourable circumstances, and its economic performance at farmer level was excellent until 1985 or so. However, the reduction in and then abolition of insecticide price subsidies, followed by the fall in seed cotton prices, had a severe adverse effect on its attractiveness to farmers.

This situation is currently reflected in a major difference between insecticide protection recommendations and the

This calculation does not take account of the financial costs caused by carrying over fertilizer stocks from one season to another.

Figure 7 shows the trend for insecticide prices to farmers and seed cotton prices.

From 1984 to 1988, insecticide prices increased under the effect of the abolition of subsidies. From 1991 onwards, the price decreased on the international market. However, the high manufacturing costs of the local factory combined with the cost of carrying over considerable fertilizer stocks (Saphyto figures) meant that it was not possible to pass on this price fall to farmers. For 1993, in the absence of data, we took the hypothesis of the same price as in 1992.

At the same time, seed cotton prices fell by 10 CFA F in 1992, to 85 CFA F/kg. In 1993, the price will be 80 CFA F/kg.

Figure 8 shows the consequences of this trend for the economic performance of the recommended protection programme, under average parasite pressure. There has been a marked deterioration in the situation since 1984. From the situation in 1984 where the cost-effectiveness and attractiveness of the recommended programme were ensured in more than 90% of cases, by 1993, the programme was only cost-effective in 79% of cases, whilst only 59% of cases had gains, exceeding the attractiveness threshold.

The reasons for this deterioration initially lay in the increase in insecticide prices due to the abolition of subsidies. Subsequently, the fall in seed cotton prices exacerbated the phenomenon.

However, it is important to stress that the current fall in insecticide prices on the international market could have enabled a marked improvement in the situation. In 1993, the recommended programme would have been attractive in 79% of cases if SOFITEX had purchased all of its insecticides on the international market, whereas it will only be attractive in 59% of cases if 1992 insecticide prices are maintained.

practices of farmers, who tend to adapt the number of treatments and the insecticide dose used to the level of parasite pressure.

The targeted staggered control programme, which is partly based on a system of treatments triggered by attack thresholds, uses the same approach and can lead to 55% savings on insecticide protection costs (EKUKOLE, 1992).

The first trials of this technique on smallholdings in Burkina Faso in 1991 and 1992 were promising. Targeted staggered control could therefore provide a valid solution to the current situation.

Acknowledgements

This article is based on the results obtained by several researchers from the INERA cotton programme and from CIRAD-CA. The authors would particularly like to thank

Adama M. Toe, whose research work contributed to obtaining a large proportion of the results given here.

Eficacia y rentabilidad de la protección fitosanitaria vulgarizada en cultivo algodonero en Burkina Faso

S. Nibouche, E. Gozé

Resumen

Entre 1981 y 1991, se implantó una red de parcelas de tres niveles de protección fitosanitaria en la zona algodonera de Burkina Faso. Las pérdidas de cosecha debidas al parasitismo por falta de protección insecticida alcanzaron una media de 739 kg/ha de algodón en grano, es decir un 42,9 por ciento del potencial de producción. Esta intensidad de parasitismo se sitúa en un nivel intermedio entre los valores observados en África occidental y central. Las pérdidas de cosechas, no correlacionadas a la fecha de la siembra, mostraron un alta variabilidad interanual en un mismo lugar. En promedio, no se observó ninguna diferencia clara

entre las diversas localidades. La ganancia media de producción permitida por el programa de protección insecticida recomendado es de 595 kg/ha y esta correlacionada positivamente con el potencial de producción y la intensidad del parasitismo. Los resultados económicos de esta producción vulgarizada para los campesinos, que fueron buenos hasta 1985, se han deteriorado desde entonces debido a la situación económica desfavorable. Actualmente, el programa recomendado es poco atractivo para el campesino en situaciones de poco parasitismo o de potencial de producción mediocre.

PALABRAS-CLAVE: *algodonero, parasitismo, pérdidas de cosecha, protección insecticida, rentabilidad, Burkina Faso.*